

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-195732

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl.

H04J 14/00

H04J 14/02

H04B 10/02

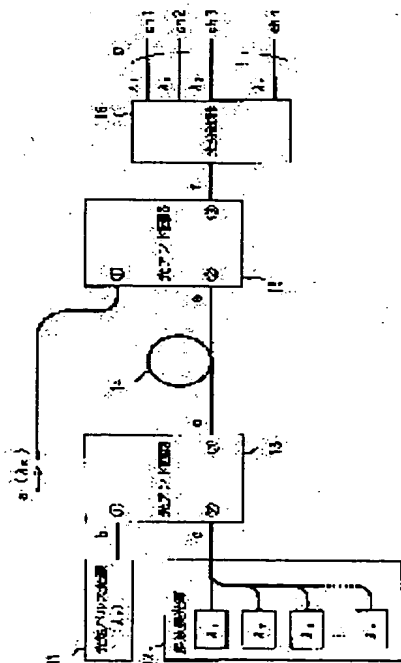
(21)Application number : 07-005263

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 17.01.1995

(72)Inventor : OTERU AKIKO  
SAKANO TOSHIKAZU

## (54) OPTICAL MULTIPLEXER DEMULTIPLEXER CIRCUIT



### (57)Abstract:

PURPOSE: To demultiplex lots of channels altogether by using a 1st optical AND circuit to process an optical short pulse and a wavelength multiplexed light and using a 2nd optical AND circuit to process a signal light subject to multiplexing and demultiplexing and a control light outputted from a diffusion circuit thereby branching a wavelength conversion light for each wavelength.

CONSTITUTION: An optical short pulse light source 11 outputs an optical short pulse train (b) whose wavelength is  $\lambda_p$  and a multi wavelength light source 12 applies wavelength multiplex to a continuous light whose

wavelengths are  $\lambda_1 - \lambda_n$  to provide an output of a wavelength multiple light (c). An

optical AND circuit 13 receives the pulse train (b) and the multiplex light (c) to provide an output of a wavelength multiple optical short pulse train (d). The pulse train (d) is inputted to an optical fiber 14, in which the pulse train is converted into a control light (e) arranged on time base depending on the wavelengths  $\lambda_1 - \lambda_n$ . An optical AND circuit 15 receives the signal light (a) and the control light (e) whose wavelength is  $\lambda_s$  to output a wavelength conversion light (f) of each channel whose wavelength is converted into the wavelengths  $\lambda_1 - \lambda_n$ . The conversion light (f) is given to an optical branching device 16, in which the light is branched into a multiplex demultiplex output light (g) corresponding to each wavelength. Thus, the wavelength of the signal light is converted into a wavelength different from each channel.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3201566

[Date of registration] 22.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

特開平8-195732

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

厅内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H O 4 J 14/00

14/00

14/02

H O 4 B 10/02

10/02

H O 4 B 9/00

E

ii

(全9頁)

審査請求 未請求 請求項の数 3

OL

(21)出願番号 特願平7-5263

(22) 出願日 平成7年(1995)1月17日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)發明者 大輝 晶子

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 坂野 寿和

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本  
電信電話株式会社内

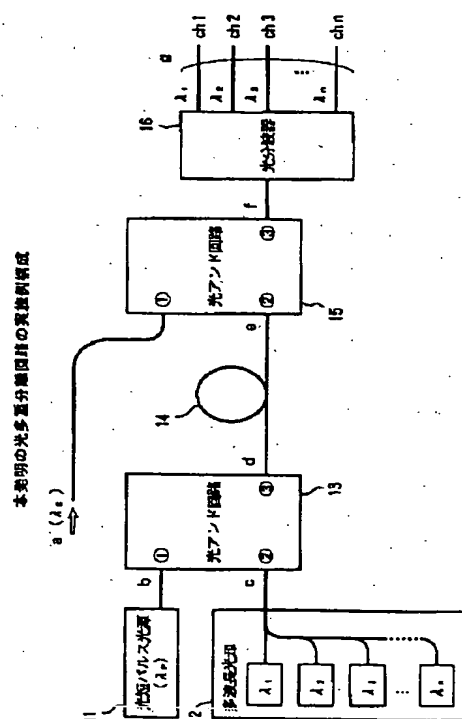
(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

(54) 【発明の名称】 光多重分離回路

(57) 【要約】

【目的】 超高速信号に対して多チャネルを一括して分離することができる光多重分離回路を実現する。

【構成】 光短パルス列を出力する光短パルス光源と、複数の波長の連続光を波長多重した波長多重光を出力する多波長光源と、波長多重光と光短パルス列とを入力し、その強度積をとって波長多重光を光短パルス化した波長多重光短パルス列を出力する第1の光アンド回路と、波長多重光短パルス列を入力し、波長に応じてそれぞれ異なる遅延を付加して時間軸上に並んだ制御光を出力する分散回路と、複数のチャンネルが時分割多重された信号光と制御光とを入力し、信号光の波長を制御光の各チャンネル対応の波長に変換した波長変換光を出力する第2の光アンド回路と、波長変換光を各波長ごとに分波し、各チャンネル対応の多重分離出力光を出力する光分波器とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光短パルス列を出力する光短パルス光源と、

複数の波長の連続光を波長多重した波長多重光を出力する多波長光源と、

前記波長多重光と前記光短パルス列とを入力し、その強度積をとって前記波長多重光を光短パルス化した波長多重光短パルス列を出力する第1の光アンド回路と、

前記波長多重光短パルス列を入力し、波長に応じてそれぞれ異なる遅延を付加して時間軸上に並んだ制御光を出力する分散回路と、

複数のチャンネルが時分割多重された信号光と前記制御光とを入力し、信号光の波長を前記制御光の各チャンネル対応の波長に変換した波長変換光を出力する第2の光アンド回路と、

前記波長変換光を各波長ごとに分波し、各チャンネル対応の多重分離出力光を出力する光分波器とを備えたことを特徴とする光多重分離回路。

【請求項2】 請求項1に記載の光多重分離回路において、

第1および第2の光アンド回路は、

2入力2出力構成で所定の波長領域において1対1の分岐比を有し、一方の入力ポートに波長多重光または制御光が入力される光カプラと、

前記所定の波長領域において平坦な分散特性を有し、前記光カプラの2つの出力ポート間を接続する光ファイバループと、

光短パルス列または信号光を前記光ファイバループ中を1方向にのみ伝搬するように前記光ファイバループに入力する手段とを備え、

前記光カプラの他方の入力ポートから波長多重光短パルス列または波長変換光を出力する構成であることを特徴とする光波長変換回路。

【請求項3】 請求項1に記載の光多重分離回路において、

第1および第2の光アンド回路は、光短パルス列と波長多重光、または信号光と制御光がそれぞれ入射される過飽和吸収特性を有する素子を備え、

前記光短パルス列と波長多重光、または信号光と制御光がそれぞれ同時に入力されたときに、非線形反射光としてそれぞれ対応する波長多重光短パルス列または波長変換光を出力する構成であることを特徴とする光波長変換回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、時分割光伝送方式において時間的に多重された信号光パルス列を複数の系列に一括して分離する光多重分離回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は、4光波混合を用いた従来の光多

重分離回路の構成を示す。ここに示す構成は、文献「T. Morioka, et al., "Multiple-output, 100Gbit/s All-optical Demultiplexer Based on Multi-channel Four-wave Mixing by a Linearly-chirped Rectangular Pump Pulse", ECOC'94 vol. 1, pp. 125-128, 1994」に開示されているものを基本にしている。なお、ここでは4チャンネル一括分離型の構成を示す。

【0003】 図において、時分割多重された光周波数 $\nu_s$ の信号光と、中心光周波数 $\nu_p$ で光周波数が時間的に線形に変化するチャーピングを有し、かつ4チャンネルの信号光パルス列を含む時間幅 $\Delta t$ を有する制御光は、光合波器41で合波されて偏波保持光ファイバ42に入射される。一般に、信号光のビットレートをB、一括分離したいチャンネル数をnとすると、 $\Delta t > n/B$ である。信号光の各チャンネル $ch_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )に対応する制御光の瞬時光周波数は $\nu_p(i)$ である。偏波保持光ファイバ42では信号光と制御光による4光波混合効果が誘起され、発生した4光波混合光が光分波器43で各光周波数ごとに分波され、各チャンネル対応の多重分離出力光となる。

【0004】 ここで、4光波混合効果について図6を参照して説明する。偏波保持光ファイバ42中では、4光波混合効果により信号光（光周波数 $\nu_s$ ）と制御光（各チャンネル対応の瞬時光周波数 $\nu_p(i)$ ）が相互作用し、 $\nu_i = 2\nu_s - \nu_p(i)$

の関係を有する光周波数 $\nu_i$ の4光波混合光が発生する。なお、この4光波混合光は、光周波数 $\nu_s$ の信号光が縮退している場合（光周波数 $\nu_s$ が偏波保持光ファイバ42の零分散光周波数に等しい場合）である。この各チャンネル対応の4光波混合光を光分波器43で分波することにより、4チャンネルを一括して分離することができる。

【0005】 ここで、線形チャーピングを有する制御光の生成法について説明する。図7に示す第1の生成法では、白色パルス発生用光ファイバ51、チャープ調整用光ファイバ52、光バンドパスフィルタ53を用いる。白色パルス発生用光ファイバ51に光短パルス列（光周波数 $\nu_0$ ）を入射すると、広帯域の白色パルス（中心光周波数 $\nu_0$ ）が発生する。光バンドパスフィルタ53は矩形のスペクトル透過関数を有し、チャープ調整用光ファイバ52を介して入力される白色パルスを中心光周波数 $\nu_p$ でフィルタリングすると、所定の時間幅と線形チャーピングを有する制御光が出力される。チャープ調整用光ファイバ52は、その分散特性によってチャーピングの絶対値および符号を調節する。

【0006】 図8に示す第2の生成法では、常分散（正の分散）を有する常分散光ファイバ54を用いる。常分散光ファイバ54に光短パルス列（光周波数 $\nu_0$ ）を入射すると、その自己位相変調効果と分散による複合効果により、所定の時間幅と線形チャーピング（中心光周波

数 $\nu_p$ )を有する制御光が発生する。これは、光パルスのパルス圧縮法と同じ原理である(G. P. Agrawal, "Nonlinear Fiber Optics", chapter 6, Academic Press, 1989)。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した制御光の生成法では、広い時間幅と線形チャープングを有する制御光を生成することは容易ではなかった。また、所定の時間幅と線形チャープングを有する制御光を図6に示すように連続して発生させることも容易ではなかった。したがって、超高速信号で多重分離するチャンネル数が多い場合には、図5に示す構成では対応が困難であった。

【0008】本発明は、超高速信号に対して多チャンネルを一括して分離することができる光多重分離回路を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光多重分離回路は、光短パルス列を出力する光短パルス光源と、複数の波長の連続光を波長多重した波長多重光を出力する多波長光源と、波長多重光と光短パルス列とを入力し、その強度積をとって波長多重光を光短パルス化した波長多重光短パルス列を出力する第1の光アンド回路と、波長多重光短パルス列を入力し、波長に応じてそれぞれ異なる遅延を付加して時間軸上に並んだ制御光を出力する分散回路と、複数のチャンネルが時分割多重された信号光と制御光とを入力し、信号光の波長を制御光の各チャンネル対応の波長に変換した波長変換光を出力する第2の光アンド回路と、波長変換光を各波長ごとに分波し、各チャンネル対応の多重分離出力光を出力する光分波器とを備える。

【0010】また、第1および第2の光アンド回路は、2入力2出力構成で所定の波長領域において1対1の分岐比を有し、一方の入力ポートに波長多重光または制御光が入力される光カプラと、所定の波長領域において平坦な分散特性を有し、光カプラの2つの出力ポート間を接続する光ファイバループと、光短パルス列または信号光を光ファイバループ中を1方向にのみ伝搬するように光ファイバループに入力する手段とを備え、光カプラの他方の入力ポートから波長多重光短パルス列または波長変換光を出力する構成である。

【0011】また、第1および第2の光アンド回路は、光短パルス列と波長多重光、または信号光と制御光がそれぞれ入射される過飽和吸収特性を有する素子を備え、光短パルス列と波長多重光、または信号光と制御光がそれぞれ同時に入力されたときに、非線形反射光としてそれぞれ対応する波長多重光短パルス列または波長変換光を出力する構成である。

#### 【0012】

【作用】本発明の光多重分離回路では、まず光短パルス

列と波長多重光を第1の光アンド回路で処理することにより、複数の波長成分を有する波長多重光短パルス列を生成する。これを分散回路に入力することにより、光短パルスが波長に応じて時間軸上に並んだ制御光に変換される。多重分離する信号光と分散回路から出力される制御光とを第2の光アンド回路で処理することにより、信号光の波長が制御光の各チャンネル対応の波長に変換され、波長変換光として出力される。この波長変換光を各波長ごとに分波することにより、複数のチャンネルを一括して分離することができる。

#### 【0013】

【実施例】図1は、本発明の光多重分離回路の実施例構成を示す。図において、光短パルス光源11は波長 $\lambda_p$ の光短パルス列bを出力する。多波長光源12は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の連続光を波長多重した波長多重光cを出力する。光アンド回路13は、光短パルス列bと波長多重光cを入力し、波長多重光短パルス列dを出力する。波長多重光短パルス列dは光ファイバ14に入力され、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に応じて時間軸上に並んだ制御光eに変換される。光アンド回路15は、波長 $\lambda_s$ の信号光aと制御光eを入力し、各チャンネルの波長を $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換した波長変換光fを出力する。波長変換光fは光分波器16に入力され、各波長(チャンネル)に対応した多重分離出力光gに分波する。

【0014】ここで、一括分離するチャンネル数nが4の場合について、図2を参照して本実施例の動作原理を説明する。光アンド回路13、15は、2つのポート①、②に同時に光が入力されたときにポート②の光をポート③に出力する構成である。したがって、光アンド回路13のポート①、②に、波長 $\lambda_p$ の光短パルス列bと波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の連続光を波長多重した波長多重光cが入力されると、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長多重光短パルス列dが出力される。光ファイバ14は波長ごとに群速度が異なるので、波長多重光短パルス列dは波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に応じて時間軸上に並んだ制御光eに変換される。

【0015】光アンド回路15のポート①、②に、波長 $\lambda_s$ の信号光aと波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の制御光eが各チャンネルに同期して入力されると、信号光aの各チャンネルの波長が $\lambda_s$ から $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換された波長変換光fが出力される。図2に示す例では、信号光aとしてチャンネル1(…111…)、チャンネル2(…110…)、チャンネル3(…011…)、チャンネル4(…101…)の信号光が時分割多重されており、各チャンネルの信号光がそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に変換された波長変換光fが得られる。この波長変換光fを光分波器16に入力して各波長ごとに分波することにより、4チャンネルを一括して分離することができる。

【0016】なお、本実施例では、信号光aの信号速度および多重分離数に応じて、多波長光源12の波長数、波長間隔、光ファイバ14の分散特性が最適化され、対

応する光分波器16が用いられる。図3は、光アンド回路13、15の第1実施例の構成を示す。図において、光アンド回路は、波長依存性のない $2 \times 2$ 構成の光カプラ21、分散特性を平坦化した光ファイバループ22、光合波器23を用いた非線形ループミラー（非線形サニャック干渉計）により構成される。なお、分散特性が平坦な光ファイバループ22としては、二重コアファイバなど導波路分散を調整して分散特性をフラットにした光ファイバが知られている。

【0017】光アンド回路13では、ポート①から入力される波長多重光cが光カプラ21で2等分され、それぞれ光ファイバループ22内を逆回りに伝搬し、再び光カプラ21で合流してポート①から出力される。一方、ポート②から入力される光短パルス列bは、光合波器23を介して光ファイバループ22に入力され、光ファイバループ22内を一方方向に伝搬する。このとき光短パルス列bと同一方向に伝搬する波長多重光cが、光短パルス列bによる光カー効果によって位相シフトを受ける。したがって、ループ中を互いに逆方向に伝搬した波長多重光cが再び光カプラ21に戻り、位相差が $\pi$ になったときに波長多重光cが完全にスイッチングされて他方のポート③に出力される。これにより、図2に示すように、光短パルス列bに対応する波長多重光cが波長多重光短パルス列dに変換されて出力される。

【0018】光アンド回路15では、ポート①から入力される制御光eが光カプラ21で2等分され、それぞれ光ファイバループ22内を逆回りに伝搬し、再び光カプラ21で合流してポート①から出力される。一方、ポート②から入力される信号光aは、光合波器23を介して光ファイバループ22に入力され、光ファイバループ22内を一方方向に伝搬する。このとき信号光aと同一方向に伝搬する制御光eが、信号光aによる光カー効果によって位相シフトを受ける。したがって、ループ中を互いに逆方向に伝搬した制御光eが再び光カプラ21に戻り、位相差が $\pi$ になったときに制御光eが完全にスイッチングされて他方のポート③に出力される。すなわち、図2に示すように、信号光aの各チャネルに対応する波長の制御光eが波長変換光fとして出力される。

【0019】図4は、光アンド回路13、15の第2実施例の構成を示す。本実施例は、光アンド回路として過飽和吸収特性を有する素子を用い、光短パルス列bと波長多重光c、または信号光aと制御光eの論理積をとった非線形反射光を出力させる（参考文献：R. Takahashi, et al., "1.55  $\mu$ m Ultrafast Surface-Reflection All-optical Switching Using Low-temperature-grown Be-doped Strained MQWs", ECOC'94, Vol. 1, pp. 113-116, 1994)。

【0020】図において、本素子は、Auミラー層31、InAlAs/InP層32、InGaAs/InAlAs MQWs層33、InGaAsP/InP DBR層34、InP層35、ARコーティン

グ層36を積層した構成である。光短パルス列bと波長多重光c、または信号光aと制御光eは、合波してARコーティング層36から入射される。入射光は、InGaAsP/InP DBR層34でその約1%が反射され、残りの光がAuミラー層31で反射される。InGaAsP/InP DBR層34とAuミラー層31の間の距離は、2箇所て反射した光の位相差が $\pi$ （または $\pi$ の奇数倍）になるように設定される。InGaAs/InAlAs MQWs層33は、入射光の強度が強いと透過率が高くなる性質を有しており、光短パルス列bと波長多重光c、または信号光aと制御光eがそれぞれ同時に入射されたときにAuミラー層31における反射光が強くなる。一方、InGaAsP/InP DBR層34で反射する光は、常に入射光の1%である。したがって、入射光が強い場合には2箇所て反射した光の干渉の影響は小さく、Auミラー層31で反射した光がほぼそのままの強度で出射される。一方、入射光が弱い場合にはAuミラー層31で反射する光が大幅に小さくなり、InGaAsP/InP DBR層34で反射した光との干渉によって打ち消される。

【0021】このように、Auミラー層31で反射した光とInGaAsP/InP DBR層34で反射した光が干渉したときに、Auミラー層31で反射した光がほぼそのままの強度で出射されるか打ち消されるかは、入射光の強弱、すなわち光短パルス列bと波長多重光c、または信号光aと制御光eがそれぞれ同時に入射されたか否かによって決定される。これにより、光短パルス列bと波長多重光cから波長多重光短パルス列dを生成する光アンド回路13、または信号光aの各チャネルに対応する波長の制御光eを波長変換光fとして出力する光アンド回路15を構成することができる。

【0022】本実施例では、第1実施例の光ファイバループを用いた構成に比べて回路を小型化することができ、また信号光が回路に入射されてから出射されるまでの時間を短くできる特徴がある。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光多重分離回路では、信号光の信号速度および多重分離数に応じて、波長多重光の波長数、波長間隔、分散回路の分散特性を最適化することにより、信号光の各チャネルに対応した波長を有する制御光を生成することができる。この制御光と信号光とを光アンド回路で処理することにより、信号光の波長を各チャネルごとに異なる波長に変換することができ、それを各波長ごとに分波することにより複数のチャネルを一括して分離することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光多重分離回路の実施例構成を示すブロック図。

【図2】実施例の動作例（4チャネル一括分離）を説明する図。

【図3】光アンド回路13、15の第1実施例の構成を

示す図。

【図4】光アンド回路13、15の第2実施例の構成を示す図。

【図5】4光波混合を用いた従来の光多重分離回路の構成を示すブロック図。

【図6】4光波混合効果による波長変換例を示す図。

【図7】線形チャージングを有する制御光の第1の生成法を説明する図。

【図8】線形チャージングを有する制御光の第2の生成法を説明する図。

【符号の説明】

11 光短パルス列光源

12 多波長光源

13、15 光アンド回路

14 光ファイバ

16 光分波器

21 光コプラ

22 光ファイバループ

23 光合波器

31 Auミラー層

32 InAlAs/InP層

33 InGaAs/InAlAs MQWs層

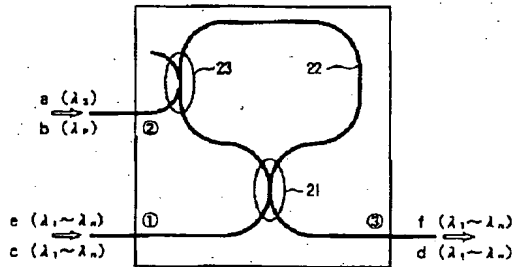
10 34 InGaAsP/InP DBR層

35 InP層

36 ARコーティング層

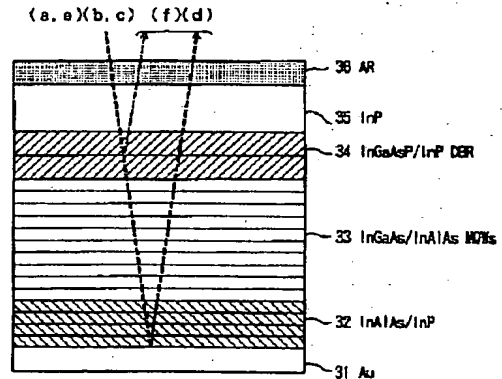
【図3】

光アンド回路13、15の第1実施例の構成



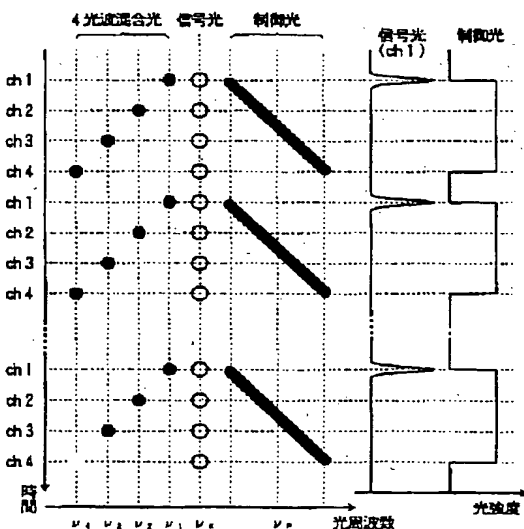
【図4】

光アンド回路13、15の第2実施例の構成



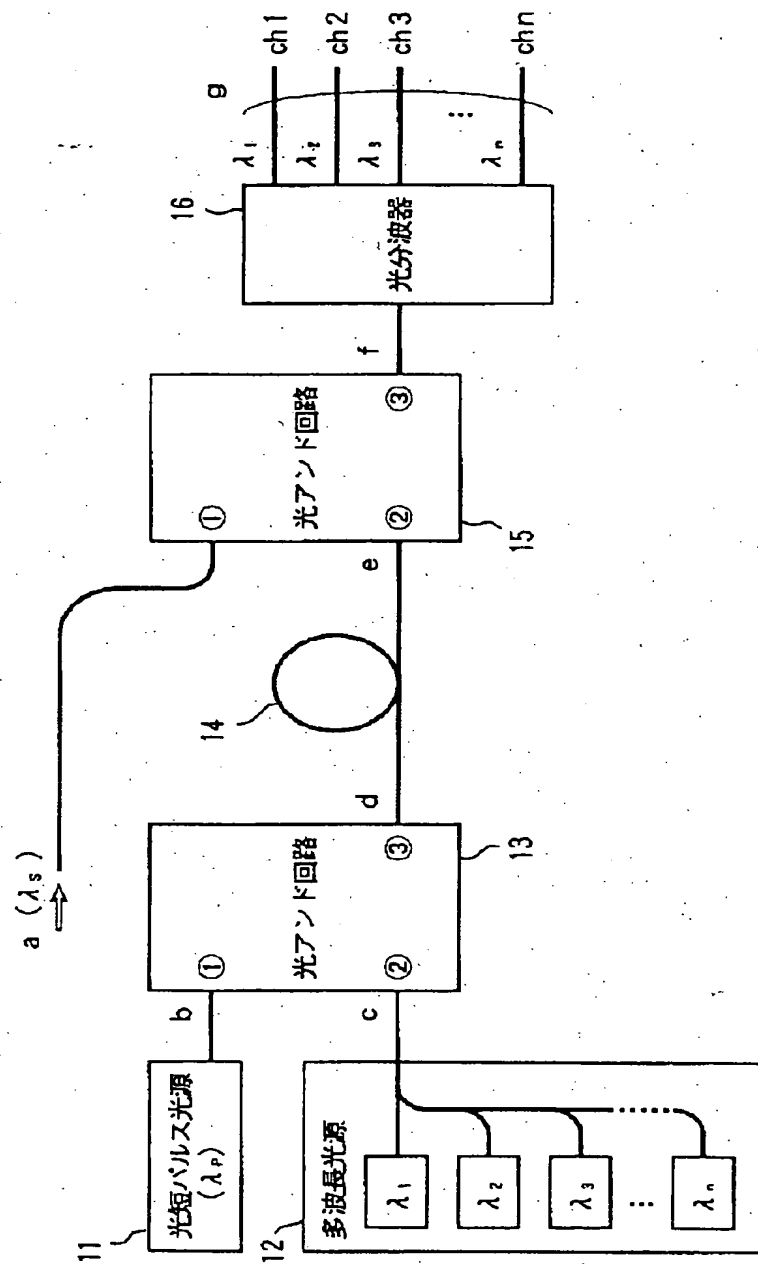
【図6】

4光波混合効果による波長変換例



【図1】

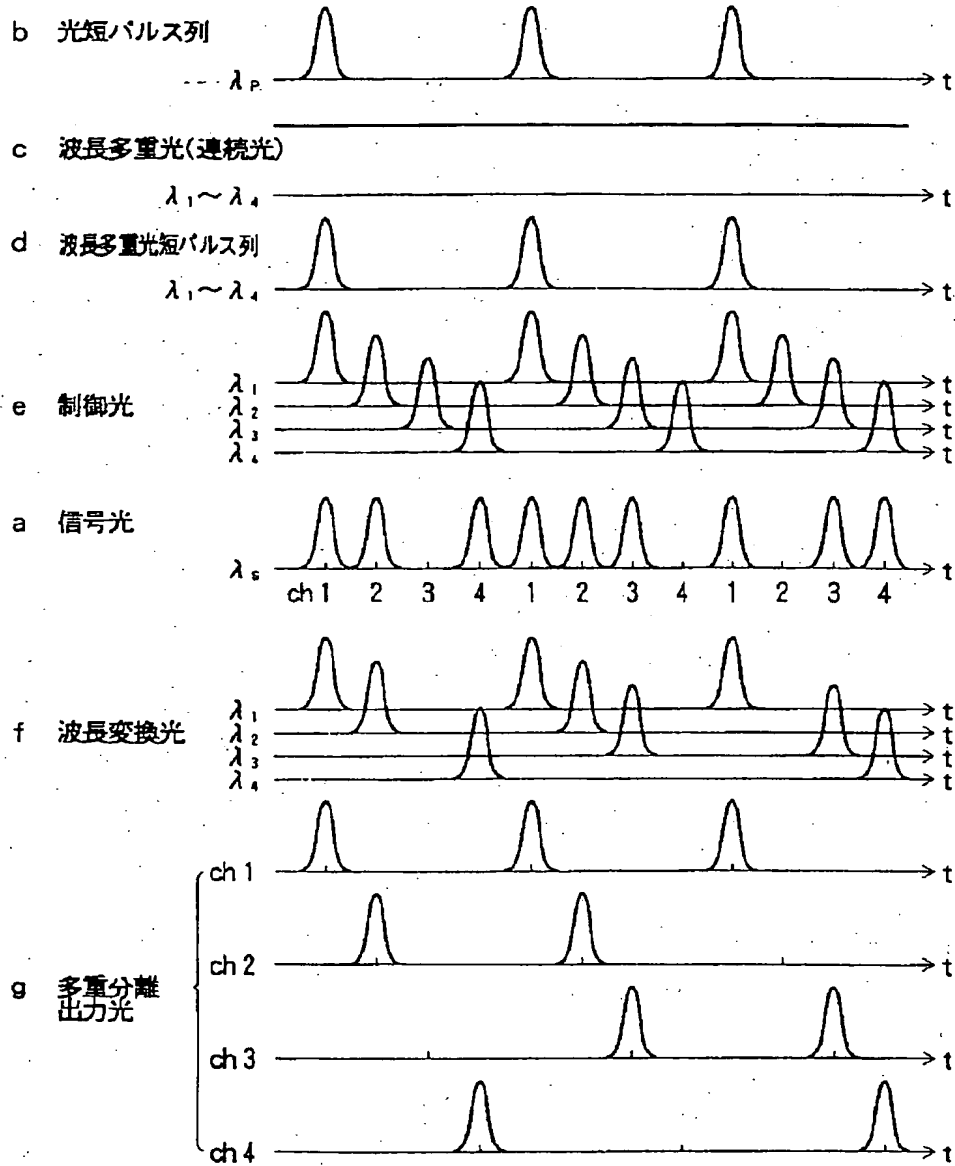
## 本発明の光多重分離回路の実施例構成





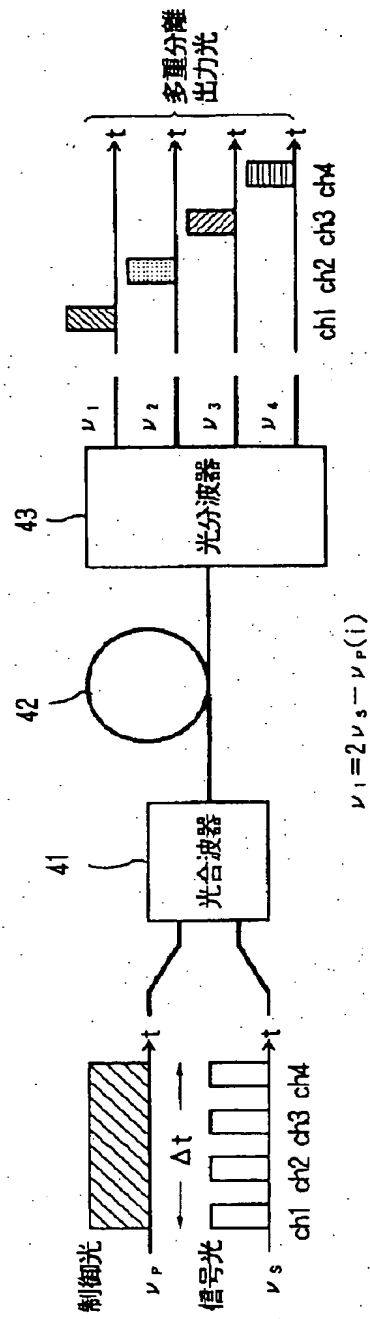
【図2】

## 実施例の動作例（4チャンネル一括分離）



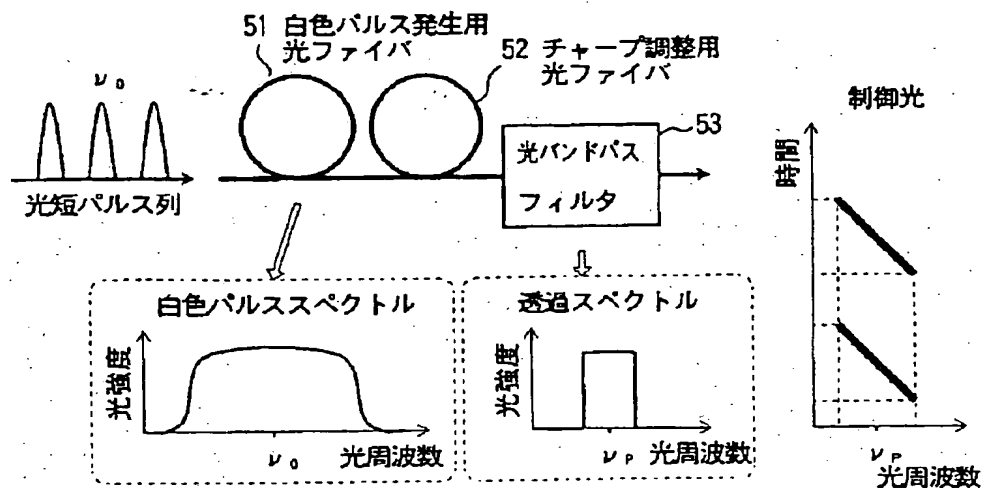
【図5】

4 光波混合を用いた従来の光多重分離回路の構成 (4チャンネル一括分離型)



【図7】

## 線形チャープングを有する制御光の第1の生成法



【図8】

## 線形チャープングを有する制御光の第2の生成法

